

Rok 2024 v přehledu – Respirační selhání a podpora plicních funkcí

Máca J., Burša F., Sklienka P.

Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Fakultní nemocnice Ostrava a Lékařská fakulta,
Ostravská Univerzita, Ostrava
Ústav fyziologie a patofyziologie, Lékařská fakulta, Ostravská univerzita

Pro průběh roku 2024, podobně jako v loňském roce, platí, že originálních prospektivních prací s tematikou respiračního selhání a podpory plicních funkcí, včetně umělé plicní ventilace a veno-venózní formy extrakorporální membránové oxygenace, bylo publikováno velice málo. V textu je tedy v první části věnována pozornost vybraným patofyziologickým aspektům akutního hypoxemického respiračního selhání. V druhé části pak text pokračuje popisem několika publikací, které se týkají problematiky použití invazivní ventilační podpory ve formě umělé plicní ventilace (UPV). Třetí část se zabývá použitím neinvazivní formy ventilační podpory. V závěrečné, čtvrté části jsou pak uvedeny dvě práce týkající se pronační polohy u pacientů při vědomí (awake proning) a jedna, která se zabývá délkou pronace u pacientů na UPV.

Klíčová slova: akutní respirační selhání, intenzivní medicína, umělá plicní ventilace, extrakorporální membránová oxygenace, neinvazivní ventilace, pronační poloha.

Year 2024 in review – Respiratory failure and lung support

As in the previous year, very few original prospective clinical papers concerning respiratory failure and pulmonary lung support, including artificial lung ventilation and veno-venous form of extracorporeal membrane oxygenation, have been published so far over this year, 2024. In the first part, the manuscript focuses on selected pathophysiological aspects of acute hypoxemic respiratory failure. In the second part, the text continues with a description of several publications that deal with the issue of the use of invasive ventilation support in the form of artificial lung ventilation. The third part deals with a non-invasive form of ventilation support. In the final part, two papers concerning the prone position in conscious patients (awake proning) and one that deals with the length of pronation in patients on artificial lung ventilation are described.

Key words: acute respiratory failure, intensive care medicine, artificial pulmonary ventilation, mechanical ventilation, extracorporeal membrane oxygenation, non-invasive ventilation, prone position.

Metodika výběru literatury

Články byly vyhledávány v databázi PubMed s omezením na dosa-
vadní průběh roku 2024 a s pomocí klíčových slov: acute respiratory
failure AND/OR acute hypoxemic respiratory failure AND/OR acute
hypercapnic respiratory failure AND/OR extracorporeal membrane
oxygenation OR ECMO AND/OR acute respiratory distress syndrome
OR ARDS AND/OR mechanical ventilation OR artificial ventilation.
Z 81 získaných výsledků pak bylo vybráno, i s ohledem na rozsah
textu, 15 dostupných klinických prací humánní medicíny, které
zahrnovaly dospělé subjekty.

Vybrané patofyziologické aspekty akutního hypoxemického respiračního selhání (AHRF)

Práce Baedorf-Kassis et al. byla založena na skutečnosti, že respirační
úsilí (drive) pacientů se syndromem akutní dechové tísně (ARDS) je
výrazně heterogenní i u pacientů s podobnými charakteristikami (stav
acidobazické rovnováhy, oxygenace, mechanika ventilace, hloubka
sedace). Snahou bylo ověřit vztah mezi systémovým zánětem a vas-
kulární permeabilitou na jedné straně a respiračním úsilím a klinickým
výsledkem na druhé [1]. Pacienti (n = 124) byli vybráni z randomizo-
vané studie EPVent-2 z roku 2019, která hodnotila nastavení pozitivní-

KORESPONDENČNÍ ADRESA AUTORA:

doc. MUDr. Jan Máca, Ph.D., jan.maca@fno.cz

Článek přijat redakcí: 26. 11. 2024

Cit. zkr: Anest intenziv Med. 2024;35(5):320-325

ho end-expiračního tlaku (PEEP) pomocí měření jícnového tlaku PES ve srovnání se standardní empirickou PEEP-FiO₂ titrací u pacientů se středně těžkou až těžkou formou ARDS [2]. Respirační drive byl měřen jako změna jícnového tlaku v průběhu 0,1 s. od zahájení inspiračního úsilí. Zároveň byly hodnoceny plazmatické hladiny angiopoietin-2, interleukin (IL)-6, and IL-8 a 60denní klinický výsledek. Autoři uzavírají, že míra systémového zánětu a markerů vaskulární permeability jsou nezávisle asociovány s vyšším respiračním úsilím. Dále pak, že heterogenní odpověď respiračního úsilí v souvislosti s různou mírou sedace může být částečně vysvětlena rozdíly v míře systémového zánětu a vaskulární permeability.

Tým Choudary et al. se zabývali heterogenitou pacientů se sepsí indukovaným respiračním selháním, které vyžaduje umělou plicní ventilaci (UPV). Tento fakt podtrhuje potřebu identifikace fenotypů vztahujících se ke klinickému průběhu a dynamice multiorgánového postižení [3]. Tato retrospektivní práce zařadila pacienty ze dvou high-volume akademických pracovišť. Fenotypy byly stanoveny v jedné z nemocnic (mixed ICU, MICU n = 3 225, surgical ICU, SICU n = 1 112) a následně validovány ve druhé (MICU n = 848, SICU n = 465). Byly stanoveny čtyři fenotypy: A (těžká multiorgánová dysfunkce s vysokou pravděpodobností akutního poškození ledvin a srdečního selhání), B (těžké hypoxemické respirační selhání s mediánem PaO₂/FiO₂ = 123), C (lehká hypoxemie s mediánem PaO₂/FiO₂ = 240), and D (těžká multiorgánová dysfunkce s vysokou pravděpodobností poškození jater, koagulopatií a laktátovou acidózou). Každý z fenotypů vykazuje rozdíly v klinickém průběhu a mortalitě navzdory podobným demografickým parametrům a komorbiditám při přijetí. Fenotypy dále vykazovaly rozdíly i v odpovědi na intervenci spojenou s použitím strategie vysokého PEEP. Autoři uzavírají, že fenotypizace může být užitečná nejen pro design budoucích klinických studií, ale také pro personalizaci strategie péče o pacienty se sepsí.

Spina et al. hodnotili pleurální tlakový gradient podél vertikální osy a jeho vztah k superponovanému (superimposed) tlaku (SP) u pacientů s 3. stupněm obezity [4]. SP je hydrostatický tlak vyvíjený plicemi na konkrétní úrovni, a je považován za řídicí sílu (driving force) gradientu pleurálního tlaku (Ppl). SP se silně blíží vertikálnímu Ppl gradientu v normálních i poškozených plicích. Obezita je asociována s elevací end-expiračního jícnového tlaku (PES), bez ohledu na stupeň závažnosti plicního onemocnění, SP nemusí tedy být jedinou determinantou pleurálního tlakového gradientu. Studie hodnotila kohortu pacientů přijatých na JIP s akutním respiračním selháním, kteří buď měli nebo neměli obezitu 3. stupně (BMI ≥ 40 kg/m²), kvantifikovala množství hrudní tukové tkáně a svalů. Kalkulace SP byla prováděna z plicní denzity a výšky největšího axiálního plicního řezu na CT. Automatizovaná AI analýza pomocí Deep Learning Pipeline rozdělila plicní tkáň na segmenty, a také kvantifikovala tukovou tkáň hrudníku a kosterní svaloviny. Analyzováno bylo celkem 18 subjektů, 50 % žen, věk 60 (30–66) roků, z nichž devět mělo BMI < 30 kg/m² a devět ≥ 40 kg/m². Skupiny se od sebe nelišily věkově, pohlavím, klinickou závažností ani mortalitou. Pacienti s BMI ≥ 40 kg/m² vykazovali vyšší PES (15,8 ± 2,6 vs. 8,3 ± 4,9 cmH₂O, p = 0,001), vyšší plurální tlakový gradient (11,1 ± 4,5 vs. 6,3 ± 4,9 cmH₂O, p = 0,04), zatímco SP se významně nelišil (6,8 ± 1,1 vs. 6,5 ± 1,5 cmH₂O, p = 0,59). Podkožní a intratorakální tuková tkáň byla signifikantně vyšší u subjektů s BMI ≥ 40 a pozitivně

korelovala PES a pleurálním tlakovým gradientem (p < 0,05). Svalová hmota se mezi skupinami významně nelišila. Závěrem autoři sdělují, že u pacientů s 3. stupněm obezity se SP neblíží gradientu pleurálního tlaku, který je vyšší ve srovnání s pacienty s nižším BMI. Kvantita tukové tkáně a její distribuce subkutánně a intratorakálně dále přispívá ke zvýšení gradientu pleurálního tlaku u skupiny BMI ≥ 40 kg/m². Tato práce, založená na fyziologických principech, může přispět s individualizací nastavení UPV u pacientů s vysokým BMI, kde je nedostatek obecně akceptovaných doporučení.

Umělá plicní ventilace

Načasování zahájení UPV u akutního hypoxemického respiračního selhání (AHRF) je obtížné. Záměrem studie Melado-Artigas et al. je srovnání efektu zahájení UPV oproti vyčkávání u pacientů s AHRF bez standardního důvodu pro intubaci na 30denní a jednorocní mortalitu [5]. Metodologicky byla práce založena na emulaci časné intubace versus vyčkávání u AHRF u pacientů s v průběhu 48hodinové hypoxemie. Populace zahrnovala neintubované pacienty s SpO₂/FiO₂ ≤ 200 a SpO₂ ≤ 97 %. Pravděpodobnost napojení na UPV byla odhadována každou hodinu. Zařazeno bylo 2 996 pacientů splňujících kritéria, z nichž 792 bylo intubováno během prvních 48 hodin. Nejčastější neinvazivní respirační podpora byla oxygenoterapie obličejovou maskou (75 %). Ve srovnání s pacienty, kteří měli stejnou pravděpodobnost intubace, měli intubovaní pacienti snížené riziko smrti rok po přijetí na JIP (HR 0,81; 95% CI 0,68–0,96, p = 0,018). Intubace byla také spojena s nižším rizikem 30denní mortality (HR 0,80; 95% CI 0,64–0,99, p = 0,046). Autoři uzavírají, že zahájení mechanické ventilace u pacientů s AHRF redukuje riziko úmrtí.

Obava z rizik invazivní UPV často vede k opoždění rozhodnutí k zahájení UPV. Tato práce se věnovala vztahu mezi načasováním zahájení UPV a klinickým výsledkem pacientů se sepsí hospitalizovaných na JIP [6]. Zařazování byli pacienti v intenzivní péči, kteří byli napojeni na UPV na 20 pracovištích v rámci Korean Sepsis Alliance. Pacienti byli rozděleni do dvou skupin: 1) časná UPV, intubace první den po přijetí na JIP a 2) opožděná UPV, intubace více než jeden den od přijetí. Analýza byla založena na metodě Propensity Score Matching, kdy pacienti byly srovnány v poměru 1 : 1. Obdobným klinickým charakteristikám odpovídalo v obou skupinách 295 pacientů. Mortalita na JIP byla nižší ve skupině časné UPV mortality (36,3 % vs. 46,4 %; OR, 0,66; 95% CI, 0,47–0,93; p = 0,015). Pacienti ve skupině časné UPV měli nižší hospitalizační mortalitu, kratší pobyt na JIP, a nižší frekvenci tracheostomie. Závěrem práce bylo, že časná intubace pacientů se sepsí na UPV je pravděpodobně asociována s nižší mortalitou.

Zhodnocení vztahu mezi podáváním i. v. opioidní sedace během UPV a klinickými výsledky nechirurgických pacientů po propuštění se věnuje práce Meyers et al. [7]. Práce zařadila retrospektivní dospělá pacienty, kteří byli pro akutní respirační selhání napojeni na UPV alespoň 24 hodin a přežili hospitalizaci. Primárním cílem bylo první vydaný recept na opiáty v prvním roce po propuštění. Sekundárním cílem bylo perzistentní použití opioidů a komplikace spojené s užitím opioidů. Druhotná analýza se pak věnovala interakci mezi dávkami opioidů použitých v průběhu UPV, před a po propuštění. K analýze bylo zařazeno

6 746 pacientů z 21 nemocnic, medián věku, 67 roků (57–76), 53,0 % mužů. Z nichž 3 114 (46,2 %) mělo vyplněný recept v průběhu roku po přijetí. Ekvivalent denní dávky fentanylu bylo 200 µg (40–1 000 µg), s tercily 0 až 67 µg, více než 67 až 700 µg, a více než 700 µg. Ve srovnání s pacienty, kteří nedostávali opioidy během UPV ($n = 1\,013$), byla vyšší denní dávka opioidů asociována s opioidní preskripcí rok po propuštění ($n = 2\,942$; tercil 1: adjusted hazard ratio [AHR], 1,00 [95% CI, 0,85–1,17], tercil 2: AHR, 1,20 [95% CI, 1,03–1,40], a tercil 3: AHR, 1,25 [95% CI, 1,07–1,47]). Vyšší dávky opioidů během UPV byly asociovány s persistentním užíváním opioidů po ukončení hospitalizace ($n = 1\,410$; tercil 3 vs. no-opioidy: OR, 1,44 [95% CI, 1,14–1,83]). Autoři závěrem sdělují, že opioidy podávané během UPV jsou spojeny s preskripcí opioidů po propuštění z nemocnice.

Kalkulace transpulmonálního tlaku (PL) se provádí pomocí měření ezofageálního tlaku (PES), který je odhadován na podkladě měření pleurálního tlaku (Ppl). Kalibrace PES je ovšem zatěžující technika. Výkyvy centrálního venózního tlaku (CVP) mohou odrážet variace Ppl v průběhu dechového cyklu a mohly by být užity místo PES. Interpretace CVP křivky může být obtížná díky superpozici tlakových změn indukovaných srdeční aktivitou. Autoři vyvinuli digitální filtr k odstranění srdečního šumu k získání filtrovaných hodnot CVP (f-CVP). Cílem studie bylo hodnocení přesnosti CVP a filtrovaných výkyvů CVP (Δ CVP a Δ f-CVP) v rámci odhadu jícnových respiračních výkyvů (Δ PES), a srovnání PL kalkulovaných pomocí CVP, f-CVP a PES [8]. Dále byla testována diagnostická přesnost f-CVP metody k identifikaci nebezpečně vysokých hladin PL, definovaných jako $PL > 10 \text{ cmH}_2\text{O}$. Do studie bylo prospektivně zařazeno 20 pacientů s akutním respiračním selháním (definované jako $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 200 \text{ mmHg}$) na UPV. PES, CVP a tlak v dýchacích cestách během end-inspirační a end-expirační pauzy byly zaznamenávány. CVP, f-CVP a PES křivky byly analyzovány a použity ke kalkulaci transpulmonálního tlaku (PLCVP, PLf-CVP, PLPES). Výsledkem práce je, že Δ f-CVP lépe korelovalo s Δ PES lépe než Δ CVP ($R = 0,8$, $p = 0,001$ vs. $R = 0,08$, $p = 0,73$), s minimálním bias ve prospěch PLf-CVP. Oba parametry PLf-CVP a PLCVP dobře korelovaly s PLPES ($r = 0,98$, $p < 0,001$ vs. $r = 0,94$, $p < 0,001$), opět s nižším bias ve prospěch PLf-CVP. Závěrem práce tedy je, že odhad Δ PES a PL na podkladě digitálně filtrované CVP reprezentuje spolehlivou alternativu ke standardní metodě měření PL pomocí PES, a může identifikovat pacienty s neprotektivním nastavením parametrů UPV.

Práce Gutierrez et al. měla za cíl neinvazivní kvantifikaci úsilí respiračních svalů (Pmus) v průběhu UPV. Studie je metodologicky založena na výpočtu rovnice pohybu respiračního systému pomocí dat z měření tlaku v dýchacích cestách (Paw) a průtoku v dýchacích cestách (Faw) [9]. V objemově kontrolovaném módu (VC), kde je dechový objem (Vt) predeterminovaný, je očekáváno, že je Pmus závislý na fluktuaci Paw. Naopak, během tlakově kontrolované ventilaci (PC), kde je Paw konstantní, by měl Pmus korelovat s variacemi Vt. Práce analyzovala data 250 pacientů na UPV v VC i PC módu. Pmus a jeho tlakově časový produkt (PmusPTP) byly vypočítány a korelovány s tlakově časovým produktem Paw (PawPTP) a Vt. Výsledkem bylo, že existuje silná korelace mezi PmusPTP s PawPTP v VC módu ($R^2 = 0,91$ [0,76; 0,96]), a také s Vt v PC módu ($R^2 = 0,88$ [0,74; 0,94]). Autoři uzavírají, že studie podporuje

proveditelnost hodnocení respiračního dechového úsilí během UPV s pomocí měření signálů z dýchacích cest.

Odpojování (weaning) od UPV je stěžejní v rámci péče o kriticky nemocného pacienta s akutním respiračním selháním vyžadujícím použití UPV. Test spontánní ventilace (SBT) je obecně uznávanou metodou k posouzení připravenosti na extubaci, nicméně selhání extubace zůstává stále výzvou. Parrilla-Gómez et al. se věnovali průběhu elektrické aktivity bránice (EAdi) v periextubačním období a její role jako prediktoru selhání extubace u pacientů s obtížným odpojováním od UPV [10]. Studie byla prospektivní observační a zahrnuje pacienty na UPV s obtížným weaninglem, který byl definován jako selhání iniciálního SBT, nutnost použití až tří SBT nebo až sedm dní od prvního SBT k extubaci. EAdi bylo zaznamenáváno před, během a po extubaci. Pacienti byli rozděleni do skupiny s úspěšnou extubací a do skupiny se selháním extubace, definované jako reintubace do 48 hodin. Analyzováno bylo celkem 31 pacientů z nichž šest bylo zařazeno do skupiny pro neúspěšnou extubaci. Hodnoty EAdi se významně zvýšily mezi fázemi před provedením SBT, při SBT a v postextubačním období až do 24 h ($p < 0,001$). EAdi bylo vyšší ve skupině se selháním extubace během SBT ($p = 0,01$). EAdi s hodnotou $> 30 \mu\text{V}$ během SBT predikovalo selhání extubace se 92% sensitivitou a 67% specificitou. Multivariační analýza potvrdila, že EAdi je nezávislým prediktorem selhání extubace. Autoři uzavírají, že u pacientů s obtížným weaninglem je EAdi významně vyšší u těch, u kterých dojde k reintubaci. Hodnoty EAdi $> 30 \mu\text{V}$ pak mohou sloužit jako významný prediktor selhání extubace a pokročilá monitorace funkce bránice tak může vést ke zlepšení péče o pacienty v kritické péči.

Další práce se zabývala vlivem plicní rehabilitace na plicní funkce a kvalitu života pacientů s covidem-19 [11]. Tato prospektivní observační studie měla dva hlavní cíle: popsat výsledky plicní rehabilitace rozdělené do tří skupin podle počtu cvičení a zjistit vztah mezi plicními funkcemi, výkoností při cvičení a funkcionalitou v souvislosti s počtem cvičení. Plicní rehabilitace se skládala z aerobních, silových a flexibilních cvičení pod dohledem, které byly individualizovány do 12, 24, nebo 36 sezení, v závislosti na vývoji klinického stavu pacienta. Hodnocení změn bylo prováděno sekvenčním měřením usilovné vitální kapacity (FVC), maximálního inspiračního tlaku (MIP), 6minutového testu chůze (6MWT), tesu sed–stoj (STS) a maximální síly stisku ruky (HGS). Dále pak byly hodnoceny vybrané skórovací systémy a škály posuzující úvahu, funkčnost a kvalitu života: Fatigue Assessment Scale (FAS), Post-COVID-19 Functional Status (PCFS), a health-related quality of life (HRQoL). Do studie bylo zařazeno 133 pacientů po ukončené hospitalizaci pro těžkou formu covidu-19 vyžadující UPV. Plicní rehabilitace měla pozitivní efekt na plicní funkce, výkonost při cvičení, snižovala fyzickou, mentální, a celkovou FAS a zlepšila i HRQoL ve všech skupinách. Vyšší skóre PCFS a více dnů na UPV bylo asociováno s nutností podstoupit více rehabilitačních sezení, zatímco více metrů při iniciálním 6MWT bylo spojeno s pravděpodobností, že pacient bude potřebovat menší počet cvičení. Závěrem autoři uvádějí, že u pacientů po těžké formě covidu-19 individualizovaná plicní rehabilitace pod dohledem zlepšuje plicní funkce, výkonost, funkčnost a kvalitu života.

Neinvasivní ventilační podpora

Ke zlepšení tolerance, a tím spolupráce během aplikace neinvasivní ventilace (NIV) je často nutno podávat analgosedaci. Dunbar et al. se věnovali popisu praxe v USA a jejímu vztahu k riziku intubace nebo úmrtí [12]. Jednalo se o retrospektivní multicentrickou kohortovou studii. Nemocnic, které přispěly svými daty (Premier Healthcare Database, národní USA databáze), od ledna 2010 do září 2020 bylo celkem 1 017. Hodnoceni byli dospělí pacienti přijatí pro akutní respirační selhání vyžadující NIV ($n = 433\,357$). Z tohoto počtu pacientů 26,7 % (95% CI: 26,3–27,0 %) dostávali sedaci nebo analgetizaci. Celkem 50 589 pacientů (11,7 %) bylo léčeno pouze opioidy, a 40 646 (9,4 %) jen benzodiazepiny, 20 146 (4,6 %) obojím. Další skupina pacientů ($n = 1573$, 0,4 %) dostávala jen dexmedetomidin, a kombinace dexmedetomidinu a opioidu a/nebo benzodiazepinu se objevila u 2 639 (0,6 %) pacientů. Z celkového počtu pacientů na NIV ($n = 433\,357$) pak 50 413 (11,6 %; 95% CI: 11,5–11,7 %) podstoupilo UPV 2. až 5. den hospitalizace, nebo zemřeli v intervalu 2–30 dní od přijetí. V rámci multivariační analýzy bylo zjištěno, že ordinace jakékoliv medikace byla spojena s vyšším rizikem intubace nebo úmrtí. Další statistická metoda (inverse probability weighting) tento fakt potvrdila (OR 1,38; 95% CI: 1,35–1,40). Autoři v závěru zmiňují, že použití sedace a analgetizace během NIV je časté. Podávání této medikace je asociováno s vyšší pravděpodobností intubace, popřípadě vyšším rizikem úmrtí pacienta. Je doporučeno další šetření k potvrzení tohoto zjištění a další analýza dat k určení rizik v jednotlivých podskupinách.

Giani et al. zkoumali vztah NIV a počtem intubací a mortality u pacientů na extrakorporální membránové oxygenaci pro covid-19. Data byla použita z registrů Extracorporeal Membrane Life Support Organization (ELSO) [13]. Práce byla založena na předpokladu, že režim bilevel-positive airway pressure (BiPAP) je sice ventilační mód, který snižuje dechové úsilí pacientů, ale zároveň má potenciál zvýšit dechové objemy, minutovou ventilaci a transpulmonální tlaky s rizikem zhoršení plicního poškození. Byla použita data ECMO pacientů od ledna 2020 do prosince 2021. Pacienti, u kterých byl použit režim BiPAP, byli srovnáni s těmi, kteří měli jinou formu respirační podpory nebo podporu neměli. Byla analyzována data celkového počtu 9 819 pacientů z 421 center. Z tohoto počtu byl pak u 3 882 (39,5 %) použit BiPAP v NIV režimu před orotracheální intubací. Pacienti v režimu BiPAP byly intubovány později (4,3 vs. 3,3 dny, $p < 0,001$) a měli vyšší neupravenou (unadjusted) hospitalizační mortalitu (51,7 % vs. 44,9 %, $p < 0,001$). Autoři uzavírají, že použití BiPAP před intubací a interval od přijetí do nemocnice do intubace jsou nezávisle asociovány s vyšší hospitalizační mortalitou (OR 1,32, 95% CI: 1,08–1,61) a (OR 1,03, 95% CI: 1–1,06 na každý další den). Studie tedy sděluje, že protrahované použití BiPAP před zahájením UPV u pacientů s těžkou formou covidu-19 a ECMO by mohlo být považováno za rizikový faktor vyšší mortality.

„Awake“ pronace a délka pronace

Použití pronační polohy při vědomí pacienta bylo frekventovaným tématem i v minulém roce. Fossali et al. zkoumali efekt awake pronace se CPAP helmou u pacientů s akutním respiračním selháním na podkladě covidu-19. Cílem práce bylo hodnocení respirační mechaniky a distribuce ventilace. Do studie bylo zařazeno 16 covid-19 pacientů při vědomí

se středně těžkým až těžkým ARDS [14]. Protokol studie obsahoval randomizovanou sekvenci supinační a pronační polohy s použitím PEEP 5–10 cm H_2O aplikované pomocí helmy. Respirační mechanika a distribuce ventilace byly hodnoceny měřením jícnového tlaku (PES) a elektrickou impedanční tomografií (EIT). Arteriální krevní plyny byly vyšetřovány ve 20minutových intervalech. Bylo zjištěno, že pacientova pozice nevedla k významným změnám respirační mechaniky. ΔPES se změnila z 11,2 cm H_2O (8,3–12,7) při PEEP 5 cm H_2O v supinaci na 11 cm H_2O (9,0–13,0) v pronaci ($p = 0,49$), při PEEP 10 cm H_2O pak 9,6 (7,4–14,9) vs. 11,6 (9,3–13,7) cm H_2O ($p = 0,47$). V rámci EIT analýzy proporce pixelů ve vybrané sternální oblasti prokázala zvýšení poddajnosti při změně ze supinace do pronace společně se zvýšením indexu PaO_2/FiO_2 . Největší efekt byl prokázán při PEEP 10 cm H_2O . Nicméně, globální změny ventilačních parametrů (plicní poddajnosti, Global Inhomogeneity Index) prokázány nebyly při srovnání obou poloh. Autoři uzavírají, že awake pronační poloha zlepšila u pacientů s covidem-19 oxygenaci bez souběžného zlepšení protektivních parametrů ventilace nebo globálních indikátorů plicních nehomogenit. Pronace s vyšším PEEP zlepšila poddajnost izolované ve sternální oblasti.

Efekt prolongované (protrahované) awake pronační polohy oproti kratší době použití u pacientů s akutním hypoxemickým respiračním selháním (AHRF) při covidu-19 zkoumal Li et al. [15]. Studie byla randomizovaná, open-label, prováděná ve 12 čínských nemocnicích. Celkem bylo zařazeno 409 pacientů, kteří byli randomizováni do dvou skupin: intervenční (pronace více než 12 hodin, po dobu 7 dní), a skupiny s kratším trváním awake pronačních poloh. Primárním cílem bylo zjistit frekvenci orotracheální intubace v průběhu 28 dní od randomizace. Mezi klíčové sekundární parametry patřila mortalita a nežádoucí účinky metody. Pacienti zařazení do studie byli náhodně zařazení do skupiny s protrahovanou pronací ($n = 205$) nebo do skupiny standardní péče ($n = 204$). Medián délky pronace byl během prvních sedmi dní od randomizace 12 hodin denně (12–14 h/d) v intervenční skupině oproti 5 h/d (2–8 h/d) v kontrolní skupině. V rámci intention-to-treat analýzy byla provedena intubace u 35 (17 %) v intervenční skupině a u 56 (27 %) pacientů v kontrolní skupině (HR 0,62, 95% CI: 0,42–0,9). Dále byla HR v intervenční skupině pro nutnost intubace 0,56 (95% CI: 0,37–0,86), a pro 28denní mortalitu HR 0,63 (95% CI: 0,42–0,96). Incidence nežádoucích událostí a efektů byla nízká a stejná v obou skupinách. Autoři uzavírají, že protrahovaná awake pronační poloha u pacientů s AHRF pro covid-19 snižuje frekvenci orotracheální intubace bez rizika zvýšení nežádoucích účinků.

Délkou první pronace a jeho asociací s 90denní mortalitou u pacientů a AHRF v rámci covidu-19 se zabýval tým González-Castro et al. [16]. Jednalo se o retrospektivní, observační a analytickou studii, která proběhla na covid-19 JIP v terciární nemocnici. Základní sledovanou intervencí byla délka iniciální pronační polohy, dále pak počet pronací a 90denní mortalita. Ve studii bylo celkem 271 pacientů, kteří byli zařazení do skupiny dle tercílů délky pronace; 1. tercíl ($n = 111$), 2. tercíl ($n = 95$) a 3. tercíl ($n = 65$). Výsledkem bylo, že medián délky pronace byl 14 hodin (95% CI: 10–16 h) v 1. tercilu, 19 h (95% CI: 18–20 h) v 2. tercilu, a 22 h (95% CI: 21–24 h) v 3. tercilu. Srovnání mortality mezi tercily (Logrank test) nepřineslo statisticky významný rozdíl ($p = 0,11$). Coxova regresní

analýza ovšem ukázala asociaci mezi počtem pronací (2 až 5 sezení) ($HR = 2,19$; 95% CI: 1,07–4,49) a 90denní mortalitou. Pacienti s více než 5 pronacemi měli daleko vyšší 90denní mortality riziko ($HR = 6,05$; 95% CI: 2,78–13,16). V závěru autoři sdělují, že délka první pronace neovlivňuje signifikantně 90denní mortalitu. Na druhou stranu počet pronací byl identifikován jako signifikantní faktor asociovaný se zvýšeným rizikem úmrtí, což ovšem autoři v textu bohužel nediskutují.

Závěr

Lze poznamenat, že rok 2024, a především klinické práce, které byly popsány v tomto textu, nepřinášejí příliš převratných zjištění. Závěrem lze poznamenat následující: 1) míra systémového zánětu a markerů vaskulární permeability jsou asociovány s vyšším potenciálně rizikovým respiračním úsilím; 2) fenotypizace může být užitečná nejen pro design budoucích klinických studií, ale také pro personalizaci strategie péče o pacienty se sepsí; 3) u pacientů s 3. stupněm obezity se superponovaný tlak (superimposed pressure) neblíží gradientu pleurálního tlaku, který je vyšší ve srovnání s pacienty s nižším BMI. Kvantita tukové tkáně a její distribuce subkutánně a intratorakálně dále přispívá ke zvýšení gradientu pleurálního tlaku u skupiny $BMI \geq 40 \text{ kg/m}^2$; 4) zahájení UPV u pacientů s AHRF redukuje ve srovnání s taktikou vyčkávání riziko úmrtí; 5) obdobně časná intubace pacientů se sepsí vyžadujících užití UPV je pravděpodobně asociována s nižší mortalitou; 6) pokud se v průběhu UPV podávají opioidy, je to spojeno s preskripcí opioidů i po propuštění z nemocnice; 7) odhad ΔPES and PL na podkladě digitálně filtrované

CVP pravděpodobně reprezentuje spolehlivou alternativu ke standardní metodě měření PL pomocí PES, a může identifikovat pacienty s ne-protektivním nastavením parametrů UPV; 8) hodnocení respiračního dechového úsilí během UPV za pomoci měření signálů z dýchacích cest (Paw, Faw) je proveditelné; 9) u pacientů s obtížným weaningem je EAdi významně vyšší než u těch, u kterých dojde k reintubaci; hodnoty EAdi $>30 \mu V$ pak mohou sloužit jako významný prediktor selhání extubace a pokročilá monitorace funkce bránice tak může vést ke zlepšení péče o pacienty v kritické péči; 10) u pacientů po těžké formě covidu-19 zlepšuje individualizovaná plicní rehabilitace pod dohledem plicní funkce, výkonnost, funkčnost a kvalitu života; 11) použití sedace a analgetizace během NIV je časté. Podávání této medikace je asociováno s vyšší pravděpodobností intubace i úmrtím pacienta; 12) použití BiPAP režimu v rámci NIV před intubací a interval od přijetí do nemocnice do intubace jsou nezávisle asociovány s vyšší hospitalizační mortalitou. Protrahované použití BiPAP před zahájením UPV u pacientů s těžkou formou covidu-19 a ECMO by mohlo být považováno za rizikový faktor vyšší mortality; 13) awake pronační poloha zlepšila u pacientů s covidem-19 oxygenaci bez souběžného zlepšení protektivních parametrů ventilace nebo globálních indikátorů plicních nehomogenit; 14) protrahovaná awake pronační poloha u pacientů s AHRF pro covid-19 snižuje frekvenci orotracheální intubace bez rizika zvýšení nežádoucích účinků; 15) délka první pronace u pacientů s AHRF v rámci covidu-19 neovlivňuje signifikantně 90denní mortalitu.

PROHLÁŠENÍ AUTORŮ: Prohlášení o použití AI: Autoři prohlašují, že při psaní tohoto odborného článku nepoužili žádnou formu umělé inteligence. Všechny informace a analýzy jsou výsledkem jejich vlastního výzkumu, zkušeností a úsudku s důrazem na relevantní literaturu, primární zdroje a konzultace s odborníky v oboru. **Prohlášení o původnosti:** Práce je původní a nebyla publikována ani není zaslána k recenznímu řízení do jiného média. **Střet zájmů:** Autoři prohlašují, že nemají střet zájmů v souvislosti s tématem práce. **Podíl autorů:** Máca 70 %, Burša 15 %, Sklienka 15 %. **Financování:** N/A. **Poděkování:** N/A. **Registrace:** N/A. **Projednání etickou komisí:** N/A.

LITERATURA

1. Baedorf-Kassis E, Murn M, Dzierba AL, Serra AL, Garcia I, Minus E, et al; EPVent-2 Study Group. Respiratory drive heterogeneity associated with systemic inflammation and vascular permeability in acute respiratory distress syndrome. *Crit Care*. 2024 Apr 23;28(1):136. doi: 10.1186/s13054-024-04920-4. PMID: 38654391; PMCID: PMC11036740.
2. Beitler JR, Sarge T, Banner-Goodspeed VM, Gong MN, Cook D, Novack V, et al; EPVent-2 Study Group. Effect of Titrating Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) With an Esophageal Pressure-Guided Strategy vs an Empirical High PEEP-Fio2 Strategy on Death and Days Free From Mechanical Ventilation Among Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2019 Mar 5;321(9):846–857. doi: 10.1001/jama.2019.0555. PMID: 30776290; PMCID: PMC6439595.
3. Choudhary T, Upadhyaya P, Davis CM, Yang P, Tallowin S, Lisboa FA, et al. Derivation and validation of generalized sepsis-induced acute respiratory failure phenotypes among critically ill patients: a retrospective study. *Crit Care*. 2024 Oct 1;28(1):321. doi: 10.1186/s13054-024-05061-4. PMID: 39354616; PMCID: PMC11445942.
4. Spina S, Mantz L, Xin Y, Moscho DC, Ribeiro De Santos Santiago R, Grassi L, et al. The pleural gradient does not reflect the superimposed pressure in patients with class III obesity. *Crit Care*. 2024 Sep 16;28(1):306. doi: 10.1186/s13054-024-05097-6. PMID: 39285477; PMCID: PMC11406718.
5. Mellado-Artigas R, Borrat X, Ferreyro BL, Yarnell C, Hao S, Wanis KN, et al. Effect of immediate initiation of invasive ventilation on mortality in acute hypoxemic respiratory failure: a target trial emulation. *Crit Care*. 2024 May 10;28(1):157. doi: 10.1186/s13054-024-04926-y. PMID: 38730306; PMCID: PMC11088053.
6. Kim G, Oh DK, Lee SY, Park MH, Lim CM; Korean Sepsis Alliance (KSA) investigators. Impact of the timing of invasive mechanical ventilation in patients with sepsis: a multicen-

- ter cohort study. *Crit Care*. 2024 Sep 9;28(1):297. doi: 10.1186/s13054-024-05064-1. PMID: 39252133; PMCID: PMC11385489.
7. Myers LC, Soltesz L, Bosch N, Daly KA, Devis Y, Rucci J, et al. Intravenous Opioid Administration During Mechanical Ventilation and Use After Hospital Discharge. *JAMA Netw Open*. 2024 Jun 3;7(6):e2417292. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2024.17292.
8. Franchi F, Detti E, Fogagnolo A, Spadaro S, Cevenini G, Cataldo G, et al. Estimation of the transpulmonary pressure from the central venous pressure in mechanically ventilated patients. *J Clin Monit Comput*. 2024 Aug;38(4):847–858. doi: 10.1007/s10877-024-01150-5. Epub 2024 Mar 21. PMID: 38512359; PMCID: PMC11297816.
9. Gutierrez G. A non-invasive method to monitor respiratory muscle effort during mechanical ventilation. *J Clin Monit Comput*. 2024 Oct;38(5):1125–1134. doi: 10.1007/s10877-024-01164-z. Epub 2024 May 11. PMID: 38733504.
10. Parrilla-Gómez FJ, Roche-Campo F, Italiano S, Parrilla-Gómez A, Morán I, Mancebo J, et al. Time course of electrical activity of the diaphragm (EAdi) in the peri extubation period and its role as predictor of extubation failure in difficult to wean patients. *Crit Care*. 2024 Sep 17;28(1):308. doi: 10.1186/s13054-024-05092-x. PMID: 39289731; PMCID: PMC11409783.
11. Del Valle MF, Valenzuela J, Bascour-Sandoval C, Marzuca-Nassr GN, Del Sol M, Díaz Canales C, et al. Effects of a pulmonary rehabilitation program on pulmonary function, exercise performance, and quality of life in patients with severe COVID-19. *Ther Adv Respir Dis*. 2024 Jan-Dec;18:17534666231212431. doi: 10.1177/17534666231212431. PMID: 38660953; PMCID: PMC11047239.
12. Dunbar PJ, Peterson R, McGrath M, Pomponio R, Kiser TH, Ho PM, et al; Colorado Pulmonary Outcomes Research Group. Analgesia and Sedation Use During Noninvasive Ventilation for Acute Respiratory Failure. *Crit Care Med*. 2024 Jul 1;52(7):1043–1053. doi: 10.1097/

CCM.0000000000006253. Epub 2024 Mar 20. PMID: 38506571.

13. Giani M, Rezoagli E, Barbaro RP, Riera J, Bellani G, Brochard L, et al. Noninvasive Ventilation Before Intubation and Mortality in Patients Receiving Extracorporeal Membrane Oxygenation for COVID-19: An Analysis of the Extracorporeal Life Support Organization Registry. *ASAIO J.* 2024 Jul 1;70(7):633-639. doi: 10.1097/MAT.0000000000002132. Epub 2024 Jun 27.

14. Fossali T, Locatelli M, Colombo R, Veronese A, Borghi B, Ballone E, et al. Awake pronation with helmet CPAP in early COVID-19 ARDS patients: effects on respiratory effort and distribution of ventilation assessed by EIT. *Intern Emerg Med.* 2024 Oct;19(7):2025-2034. doi: 10.1007/s11739-024-03572-0. Epub 2024 Mar 26. PMID: 38532048.

15. Liu L, Sun Q, Zhao H, Liu W, Pu X, Han J, et al; Chi-ARDS Net (Chinese ARDS Research Network). Prolonged vs shorter awake prone positioning for COVID-19 patients with acute respiratory failure: a multicenter, randomised controlled trial. *Intensive Care Med.* 2024 Aug;50(8):1298-1309. doi: 10.1007/s00134-024-07545-x. Epub 2024 Aug 1. PMID: 39088076; PMCID: PMC11306533.

16. González-Castro A, Huertas Martín C, Cuenca Fito E, Peñasco Y, Gonzalez C, Rodríguez Borregán JC. Duration of the first prone positioning maneuver and its association with 90-day mortality in patients with acute respiratory failure due to COVID-19: A retrospective study of time terciles. *Med Intensiva (Engl Ed).* 2024 Aug;48(8):457-466. doi: 10.1016/j.medine.2024.04.009. Epub 2024 Apr 30. PMID: 38688818.